PHILIPS

PHILIPS

Compactdiscspeler

COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

Service
Service
Service

Technische Service Philips Nederland

COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

INHOUD

INLEIDING

Het COMPACT DISC systeem biedt door de digitale behandeling van het signaal een signaal-ruis verhouding, een kanaalscheiding en een dynamiekbereik die beter zijn dan 90 dB.
De bandbreedte is 20 - 20.000 Hz ± 0,3 dB. Omdat de digitale informatie door de transparante plaat wordt uitgelezen liggen beschadigingen en stof niet in het focusvlak van de aftastbundel en is de plaat niet aan slijtage onderhevig. De digitale signaalverwerking maakt het mogelijk een groot deel van de fouten, als deze optreden, te corrigeren of te maskeren. Doordat de weergave door een kwartsoscillator gestuurd wordt is er geen sprake van wow of flutter.

GELUIDSDRAGER

Op een schijf met een doorsnede van 12 cm staat in een lange reeks putjes alle informatie die nodig is voor de weergave van ruim een uur muziek. Deze "COMPACT DISC" bestaat uit een doorzichtige plaat met een dikte van 1,2 mm. De spoorzijde van de compact disc is bedekt met een spiegelende laag. Deze laag is beschermd met een tweede laag waarop de titel van de plaat gedrukt staat.
Het spoor met putjes wordt, door de plaat heen, optisch uitgelezen. Dit vindt plaats vanuit het centrum naar de buitenkant en gebeurt met een constante snelheid van 1,25 meter per seconde. Het toerental van de plaat verandert hierbij van ca. 500 omwentelingen per minuut naar ca. 200 omwentelingen per minuut.
Het spoor begint met het z.g. "lead in" signaal. Dit inleidende signaal bevat informatie voor een display en andere voor de besturing noodzakelijke informatie.

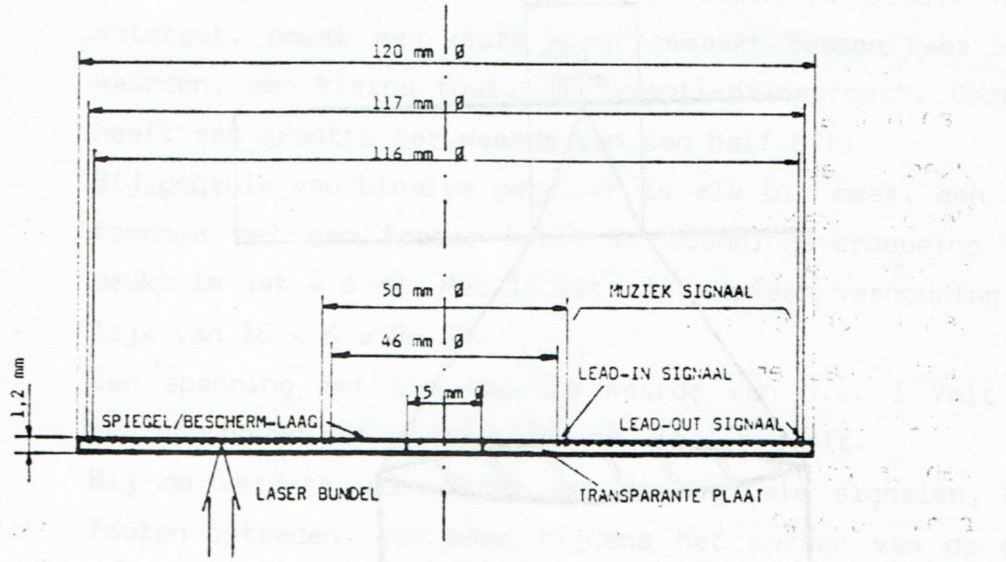


fig. 1

Het inleidende signaal wordt een aantal keren herhaald, waardoor het vinden van het begin van het spoor minder kritisch wordt. Vervolgens staat aan het begin van elk nummer een speciale codering, het z.g. P-bit. Verder is het signaal verdeeld in rasters. De rasters waarin de gedigitaliseerde waarde van het audio signaal voor het linker en rechter kanaal geregistreerd zijn, bevatten ook een aantal besturings (control) en display bits. Uit deze informatie is, op elke willekeurige plaats van uitlezing, bekend welk nummer en welk deel of tijdstip wordt uitgelezen. In het raster kunnen ook gegevens ondergebracht zijn voor b.v. een beeldscherm waarop tijdens het spelen, tekst en dergelijke wordt weergegeven. Aan het einde van het spoor staat een uitloop of "lead out" signaal, dit is informatie voor de speler dat het einde van de plaat bereikt is.
Het materiaal van de plaat heeft een belangrijke functie. Door de brekingsindex van 1,5 wordt de laserbundel verder gebundeld tot een spot van ca. 1 micron (0,001 mm) welke voor uitlezing wordt gebruikt. Aan het oppervlak van de plaat heeft de bundel een diameter van ca. 0,8 mm. Dit betekent dat stof of een krasje op het oppervlak van de plaat van 0,5 mm of kleiner, geen fout in de uitlezing geeft.

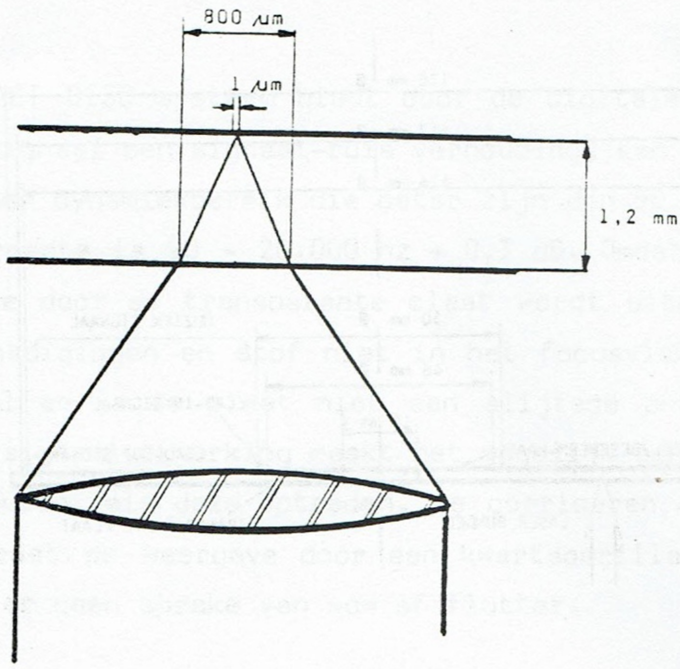


fig. 2

OMZETTING VAN EEN ANALOOG-NAAR EEN DIGITAAL SIGNAAL.

Om een in amplitude veranderde spanning (wisselspanning) digitaal vast te leggen zal men voor het herkennen van de hoogste frequentie, tenminste twee maal per periode de waarde van de spanning moeten bepalen (+ en -).
De bemonsteringsfrequentie moet dus ten minste twee maal de hoogst weer te geven frequentie zijn. Voor een lagere signaal frequentie is dan automatisch het aantal waardebepalingen per periode groter.
Deze waardebepaling dient nauwkeurig plaats te vinden om de juiste amplitudeverhouding vast te leggen, m.n. de signaal/ruisverhouding en de dynamiekomvang zijn hiervan afhankelijk.
De amplitude van het analoge signaal wordt 44100 maal per seconde bemonsterd. Elk monster (sample) wordt dan ca. 22 microseconden vastgehouden. In deze tijd wordt de momentele waarde van het analoge signaal bepaald en uitgedrukt in een

binair getal van 16 bits (L + R samen 32 bits). Hierbij ontstaat, omdat een keuze wordt gemaakt tussen twee binaire waarden, een kleine fout, de "kwantiseringsfout". Deze fout heeft een grootte ter waarde van een half bit.
Bij gebruik van binaire getallen is elk bit meer, een waarde toename met een factor twee, in spanningsverhouding uitgedrukt is dat + 6 dB. Met 16 bits is dus een verhouding mogelijk van 16 x 6 = 96 dB.
Een spanning met een top-top waarde van b.v. 1 Volt wordt dan opgebouwd met stapjes van ca. 15 microvolt.
Bij de verdere verwerking van de digitale signalen, kunnen fouten optreden, met name tijdens het persen van de plaat, tijdens het uitlezen ten gevolge van vuil e.d. en door stoorimpulsen die b.v. een "0" in een "1" veranderen. Het optreden van zo'n fout dient in de eerste plaats geconstateerd te worden en zo mogelijk gecorrigeerd te worden.
In de compact disc wordt een efficiënte code toegepast waarmee zeer veel fouten gecorrigeerd kunnen worden.
Deze code bestaat in principe uit twee codes die op een speciale wijze kruislings vervlochten zijn. Dit codesysteem, genaamd CIRC (Cross Interleaved Reed Solomon Code) wordt gevolgd door een voor de plaat geschikt modulatie systeem het EFM (Eight to Fourteen Modulation). EFM betekent een vertaling van telkens 8 databits in 14 kanaalbits. Deze kanaalbits zijn zo gekozen dat na een logische een, tenminste twee en maximaal tien nullen volgen.
Bij het achter elkaar plaatsen van de verschillende bitreeksen worden koppelbits toegevoegd. Deze zorgen er voor dat de gemiddelde waarde van het, uit te lezen, signaal minimaal wordt en dat aan de 2-10 nullen voorwaarde wordt voldaan.
In fig. 3 is de bewerking van het audiosignaal tot het putdam patroon op de plaat weergegeven.

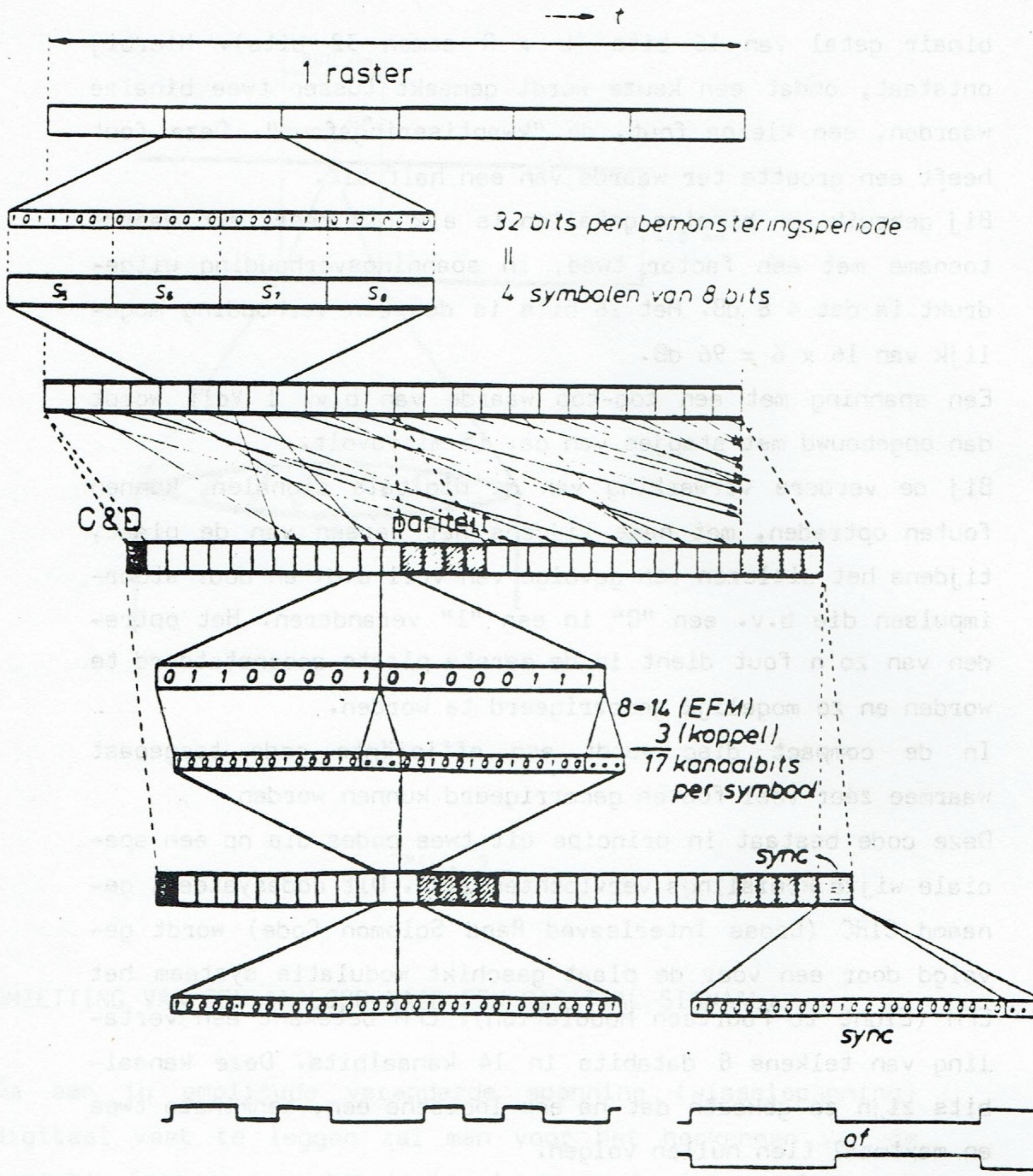

t
1 raster
32 bits per bemonsteringsperiode
4 symbolen van 8 bits
C&D
pariteit
8-14 (EFM)
3 (koppel)
17 kanaalbits
per symbool
sync
sync
of

fig. 3

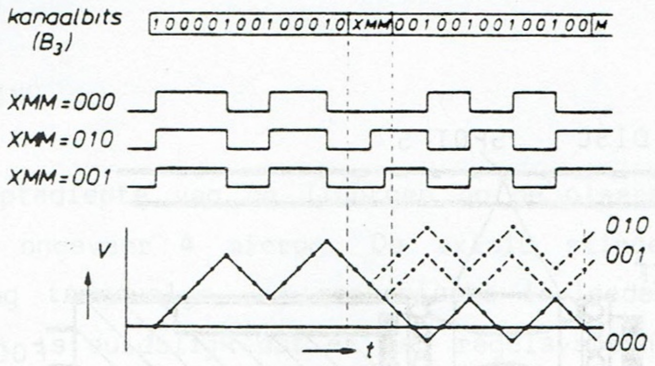


fig. 4

OPTISCHE UITLEZING

Het op de plaat aanwezige spoor bestaat uit een reeks putten waarvan de putlengte varieert tussen 2 + 1 en 10 + 1 bits en is bedekt met een spiegelende laag. Het spoor wordt optisch uitgelezen met een laser als lichtbron. Het licht van de laser dat door de plaat gaat wordt gereflecteerd op de spiegelende laag van het oppervlak en de onderkant van de put. Daar waar een put aanwezig is zal een deel van het licht reflecteerd worden door de put en een deel door het plaatoppervlak. Omdat het spoor en de putafmetingen in de grootte orde van de gloflengte van de gebruikte laser liggen zal het licht daar waar een put is verstrooid worden. Dit betekent dat er bij een put minder licht gereflecteerd wordt dan daar waar geen put, dus en een dam is. De toegepaste laser heeft in lucht een golflengte van 780 nm. Omdat een put circa 0,4 micron breed is en de spoorafstand 1,6 micron is zal het duidelijk zijn dat er een lichtvlek (spot) met een diameter van ongeveer 1 micron nodig is.
In figuur 5 is het optische gedeelte van de lichtpen gegeven. Het licht van de laser wordt door de halfdoorlatende spiegel gespiegeld en via de collimatorlens en het objectief gefocusseerd tot een kleine lichtvlek (spot S) op de reflecterende laag van de plaat. Een vlak deel van de plaat, b.v. tussen de sporen, reflecteert bijna volledig deze lichtbundel. Via de halfdoorlatende spiegel komt een deel van de gerelecteerde bundel op een wigvormig prisma. Dit prisma splitst de bundel in twee delen waarna het licht gedetecteerd wordt door een viertal diodes.

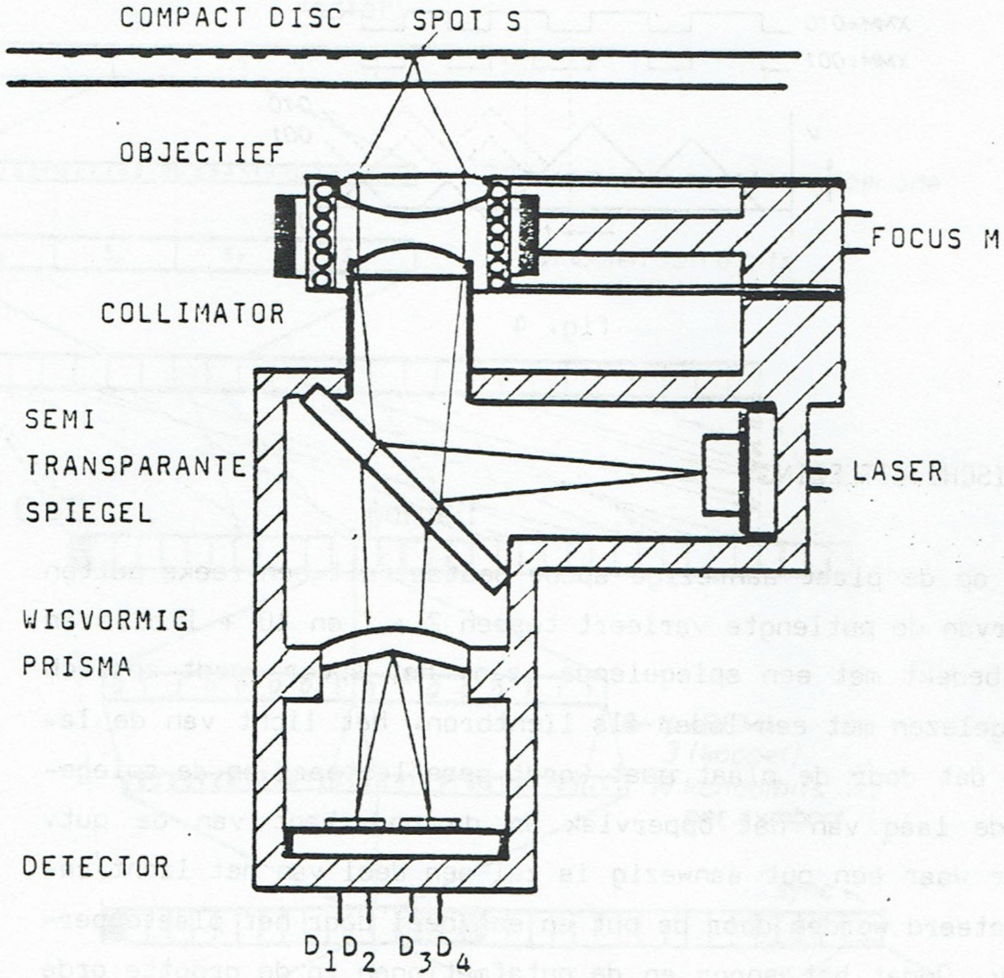


fig. 5

H.F. SIGNAAL

Als de spot op een "put" valt wordt er minder licht gereflecteerd. Bij het volgen van het spoor zal de helderheid van de gereflecteerde bundel overeenkomen met het put-dam patroon van het spoor. Door de signalen van de diodes op te tellen ontstaat een blokvormige spanning die de informatie bevat van het oorspronkelijke digitale signaal.
HF = D1 + D2 + D3 + D4, deze "Hoog Frequente" spanning bevat t.g.v. het gebruikte modulatiesysteem, frequenties tussen de 150 kHz en de 750 kHz.

FOCUSSERING

De scherptediepte van de lichtpen op de plaats van de spot bedraagt ongeveer 4 micron. De axiale slingering van de plaat mag tengevolge van mechanische invloeden ca. 0,1 mm zijn. Het is duidelijk dat er een regelsysteem nodig is om de lichtbundel op het spiegelend oppervlak van de plaat te focusseren.

Het objectief in fig. 5 is verplaatsbaar, in de richting van zijn optische as, door middel van een spoeltje in een permanente magneet, de focusmotor. Dit is te vergelijken met een luidsprekersysteem.

Het stuursignaal voor optimale focussering wordt ook verkregen van de vier diodes D1 t/m D4. In fig. 6 is de bundel getekend als de afstand tot de plaat te hoog, juist en te laag is. Daarbij is te zien dat alleen het signaal op de diodes D1 + D4 gelijk is aan het signaal op de diodes D2 + D3 wanneer de bundel op de plaat in focus is. Het focus-foutsignaal (D1 + D4) - (D2 + D3) vormt dan ook het stuursignaal voor het focus servosysteem. De afwijking van de focussering blijft daardoor beperkt tot ca. 1 micron.

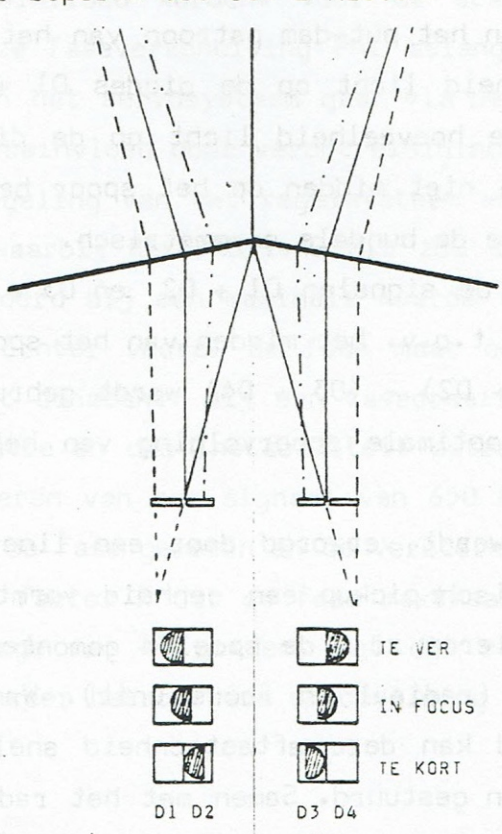


fig. 6

UITLEESSNELHEID

Tijdens het afspelen wordt m.b.v. een kristaloscillator een constante stroom van audiodata uit het buffergeheugen gehaald. Dit moet door uitlezing worden aangevuld. Door de vergelijking met de gemiddelde hoeveelheid informatie die door de lichtpen wordt uitgelezen, ontstaat een signaal voor de snelheid van de draaitafelmotor. De uitleessnelheid wordt n.l. bepaald door de plaats van uitlezing en de draaisnelheid van de plaat.
Het toerental varieert dan ook, terwijl de uitleessnelheid constant is. Het regelsysteem is vrij eenvoudig maar moet wel voorzien zijn van een mogelijkheid om snel op snelheid te komen respectievelijk te stoppen.

RADIALE VOLGING

De positie van het prisma t.o.v. het spoor is zodanig dat bij het volgen van het put-dam patroon van het spoor, de gemiddelde hoeveelheid licht op de diodes D1 + D2 gelijk is aan de gemiddelde hoeveelheid licht op de diodes D3 + D4.
Als de spot zich niet midden op het spoor bevindt wordt de intensiteit van de de bundels asymmetrisch.
Het verschil van de signalen D1 + D2 en D3 + D4 is een maat voor de afwijking t.o.v. het midden van het spoor.
Dit signaal (D1 + D2) - (D3 + D4) wordt gebruikt als stuursignaal voor en optimale spoorvolging van het z.g. radiale servo.
De spoorvolging wordt verzorgd door een lineaire motor die samen met de optische pickup een eenheid vormt met de gebalanceerde arm, hierop zijn de spoelen gemonteerd. In fig. 7 is dit de RAFOC (radiaal en focus unit). Wanneer de motor wordt bekrachtigd kan deze aftasteenheid snel naar elk gewenst spoor worden gestuurd. Samen met het radiale regel- of servosysteem kan de eenheid het spoor binnen 0,1 micron volgen.

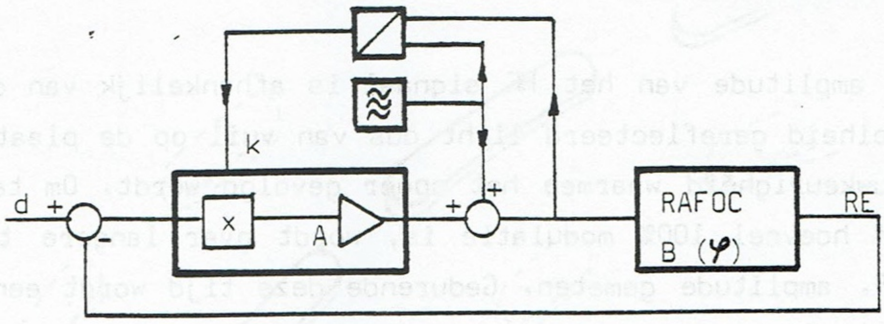


fig. 7

Als de spot rond is en midden op het spoor staat is de stroom door de beide diodeparen gelijk. Als de spot niet rond is zal een bepaalde voorinstelling (offset d) nodig zijn om het midden van het spoor te volgen. Tussen het stuursignaal op de motor en de beweging van de motor treedt enige vertraging op d.w.z. er ontstaat een faseverschuiving Phi in de RAFOC. Ook door uitwendige oorzaken kan de faseverschuiving beinvloed worden. Voor de stabiliteit van de regeling is deze faseverschuiving Phi belangrijk. De terugkoppeling B van het servosysteem gaat via de reflectie op de plaat en wordt beinvloed door verontreinigingen op de plaat. De optimale regeling van het regelsysteem wordt bereikt als RE=(d-RE).A.B waarbij RE/d=AB/1+AB dit zou 1 moeten worden. Dit wordt benaderd bij een maximale waarde van de regelbare versterker A. Echter vooral de fase maar ook de amplitude van B zijn niet constant. Bij een fasedraaiing van 180 graden zou oscillatie en dus instabiliteit optreden. Met behulp van het injecteren van een signaal van 650 Hz wordt in alle omstandigheden de fase gemeten en de versterking zodanig aangepast met een factor k dat de fase maximaal 135 graden is, dus een fasemarge van 45 graden. Met dit radiale servosysteem wordt een zeer betrouwbare spoorvolging gerealiseerd.

BETROUWBAARHEID VAN DE HF DATA

De amplitude van het HF signaal is afhankelijk van de hoeveelheid gereflecteerd licht dus van vuil op de plaat en de nauwkeurigheid waarmee het spoor gevolgd wordt. Om te bepalen hoeveel 100% modulatie is, wordt over langere tijd de H.F. amplitude gemeten. Gedurende deze tijd wordt een eventuele "drop out" buiten beschouwing gelaten. Als de amplitude te laag is wordt dit aan de decoder doorgegeven met het zgn. HFD signaal.

SPOORDETECTOR

In fig. 8 is te zien dat op het spoor de reflectie gemiddeld laag is. Dit is het LF signaal, waaruit de spoorvolging e.d. worden afgeleid. Op het spoor is de HF informatie, die gevormd wordt door het put-dam patroon maximaal. Bij een verontreiniging op de plaat dalen beide signalen tegelijk. Wordt echter van het spoor afgeweken dan daalt de HF amplitude en stijgt de LF amplitude.
Uit dit verschijnsel wordt bepaald of het spoor goed gevolgd wordt.
Tevens zal als er een radiale verplaatsing optreedt een regelspanning RE ontstaan die afhankelijk is van de richting van de verplaatsing. Deze spanning is positief of negatief en zal de verplaatsing tegen gaan. Als een besturings opdracht "snel heen" of "teruggaan" wordt gegeven of als er tegen het apparaat gestoten wordt komt de arm in beweging. Zodra het spoor wordt verlaten zal het signaal uit de spoordetector een interrupt geven aan de servomicroprocessor. Samen met een afgeleide uit het RE signaal kan de servomicroprocessor bepalen in welke richting de verplaatsing was. Als er geen verplaatsingsopdracht was dan geeft de servomicroprocessor een extra puls aan de radiale regeling die de beweging afremt en de arm weer op spoor brengt.

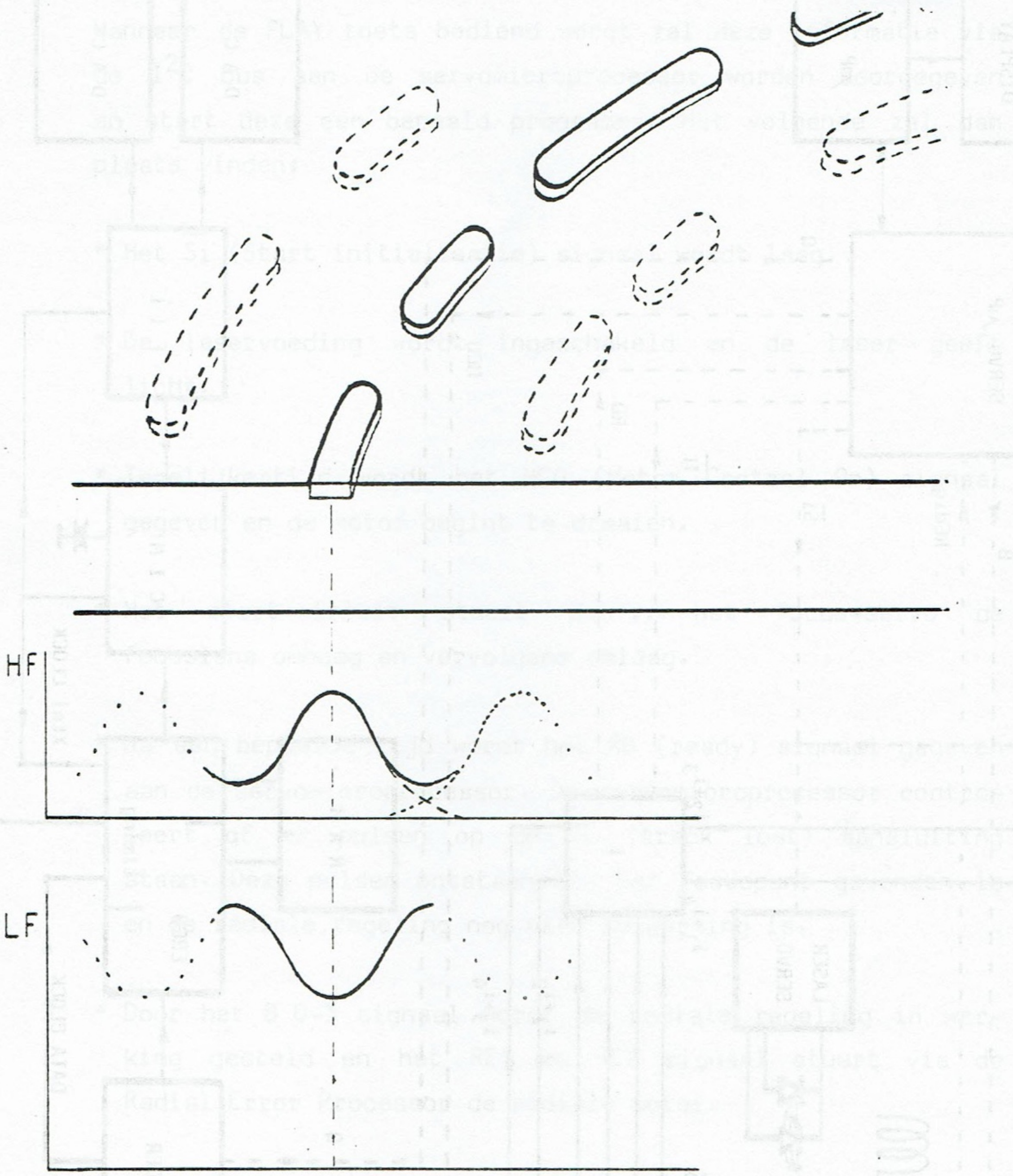
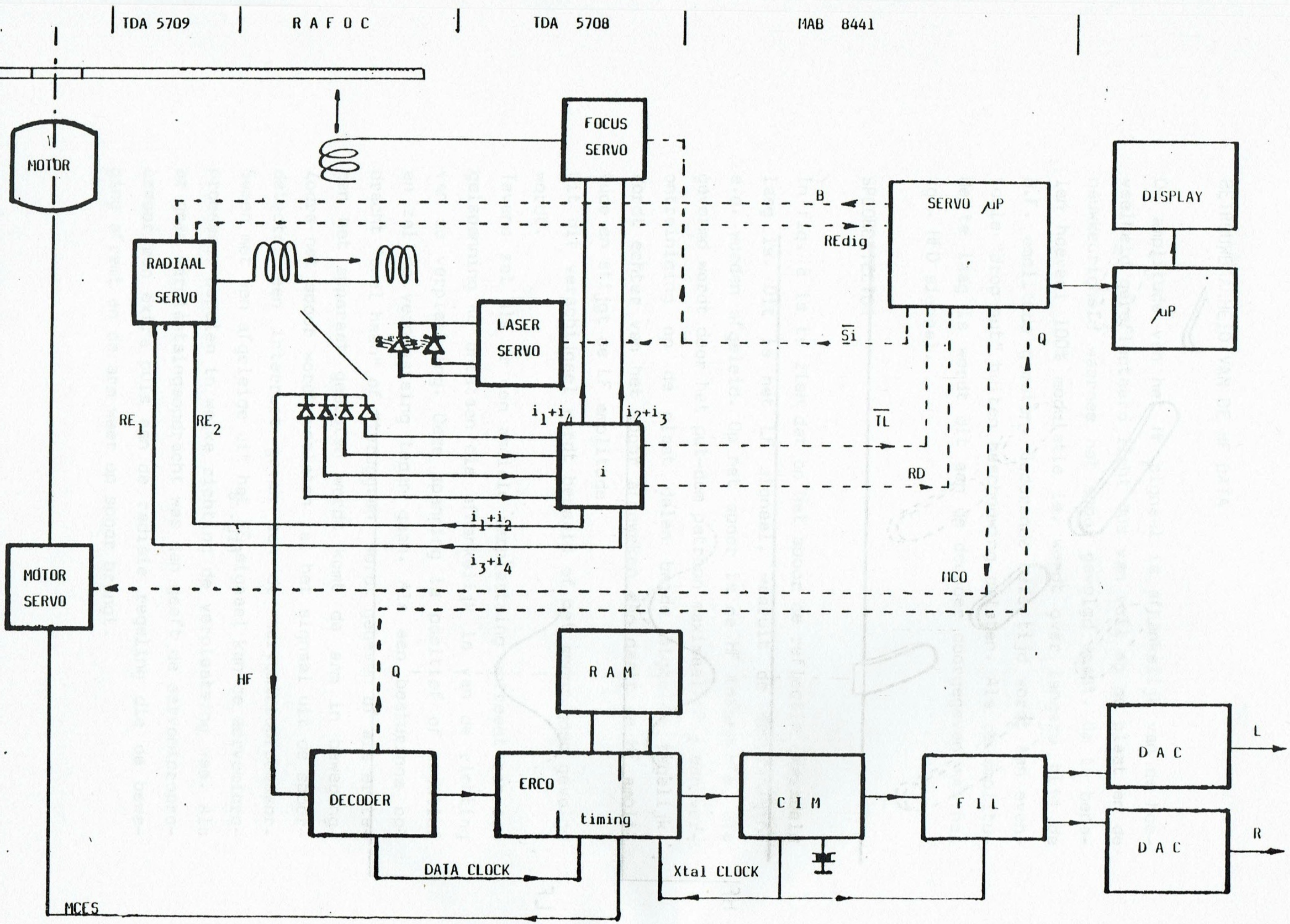


fig. 8



TDA 5709
R A F O C
TDA 5708
MAB 8441
MOTOR
FOCUS
SERVO
SERVO µP
DISPLAY
B
REdig
RADIAAL
SERVO
µP
LASER
SERVO
Si
Q
TL
RE1
RE2
i1+i4
i2+i3
i
RD
i1+i2
i3+i4
MOTOR
SERVO
MCO
Q
R A M
HF
DECODER
ERCO
timing
C I M
F I L
D A C
D A C
L
R
DATA CLOCK
Xtal CLOCK
MCES

START

Wanneer de PLAY toets bediend wordt zal deze informatie via de I^2C bus aan de servomicroprocessor worden doorgegeven en start deze een bepaald programma. Het volgende zal dan plaats vinden:

* Het $\overline{Si}$ (Start initialisatie) signaal wordt laag.

* De laservoeding wordt ingeschakeld en de laser geeft licht.

* Tegelijkertijd wordt het MCO (Motor Control On) signaal gegeven en de motor begint te draaien.

* Het start-circuit stuurt d.m.v. het focus-servo de focuslens omhoog en vervolgens omlaag.

* Na een bepaalde tijd wordt het RD (ready) signaal gegeven aan de servomicroprocessor. De servomicroprocessor controleert of er pulsen op de $\overline{TL}$ (track lost) aansluiting staan. Deze pulsen ontstaan als het focuspunt gevonden is en de radiale regeling nog niet in werking is.

* Door het B 0-3 signaal wordt de radiale regeling in werking gesteld en het RE1 en RE2 signaal stuurt via de Radial Error Processor de radiale motor.

* Zodra de HF data-stroom gedecodeerd wordt ontstaat de meelopende Data-clock en kan het MCES-signaal de draaitafel de juiste snelheid geven.

* Uit de HF data wordt bestudering- (control) en display informatie gehaald en via de "Q" lijnen aan de servomicroprocessor aangeboden.

* Zodra de HF datastroom gedecodeerd wordt kan het MCES signaal de draaitafel de juiste snelheid geven.

* De servo microprocessor zal via de B 0-3 bus aan de radiale motor spanningspulsen geven waardoor deze in stappen naar het begin van het lied gaat.

* Het audio signaal wordt gedecodeerd en de MUTE wordt vrijgegeven.

SPOORAFWIJKING

De spoordetector zal zodra van het spoor wordt afgeweken een TL (Track Lost) signaal of INTerrupt geven. Of de afwijking gewenst was, wordt in de servo microprocessor vergeleken met de opdracht b.v. versneld vooruit.
Als er geen opdracht gegeven was kan de verplaatsing het gevolg zijn van een stoot tegen het apparaat. De richting is bekend omdat het z.g. RE.dig signaal, dat een afgeleide is van het RE signaal, dan hoog of laag is. In dat geval zal de servomicroprocessor een tegenpuls geven via B 0-3. Pas wanneer zo ver van het spoor afgeweken wordt dat de HF amplitude onder ca. 45 % komt zal het HFD signaal aan de decoder doorgeven dat de HF data onbetrouwbaar is.

DECODERING

Zolang de HF datastroom betrouwbaar is wordt via een PLL schakeling in de SAA 7010 de clockfrequentie in de pas gehouden (zie fig. 10).
Na de decoder wordt de audio data gescheiden van de besturings en display informatie.
De besturings en display informatie wordt gedecodeerd en is op de "Q" lijnen QSYNC en QDATA beschikbaar voor de servo microprocessor.
De audio data wordt via de DADElijn met de bijbehorende sync-, frame- en clocksignalen naar de ERCO gevoerd. Onbe

trouwbare data wordt voorzien van een vlag, die de betrouwbaarheid van de data aangeeft. De data wordt opgeslagen in het geheugen (RAM).
De uitlezing vindt plaats d.m.v. klokpulsen afkomstig van een kristaloscillator (CLOX). Omdat deze frequentie constant is, vormt het verschil met de inleessnelheid een maat voor het MCES signaal dat de draaisnelheid van de draaitafelmotor regelt.
De uitgelezen data komt via de lijnen DAEC en UNEC op het CIM IC en de informatie op de UNEC lijn geeft de mate van betrouwbaarheid van de data aan. In het CIM IC wordt de data gesplitst in het linker en rechter kanaal. Foute data wordt hierin gemaskeerd door interpollatie of glijdende muting en vervolgens toegevoerd aan het digitale filter.

DIGITAAL FILTER

Het digitale filter is stereo uitgevoerd en faselineair. Normaal zou de digitaal-analoogomzetter 44100 keer per seconde een bepaalde spanning vormen. Hierdoor ontstaat een in stappen opgebouwd signaal dat veel hoge frequenties boven de 20 kHz bevat. Deze frequenties die niet in het oorspronkelijke signaal voorkomen moeten tenminste 50 dB worden verzwakt. Dit stelt hoge eisen aan dit filter.
Het gebruikte digitale filter werkt met viervoudige overbemonstering. Hierbij wordt de waarde van de drie tussen liggende monsters op een speciale wijze bepaald.

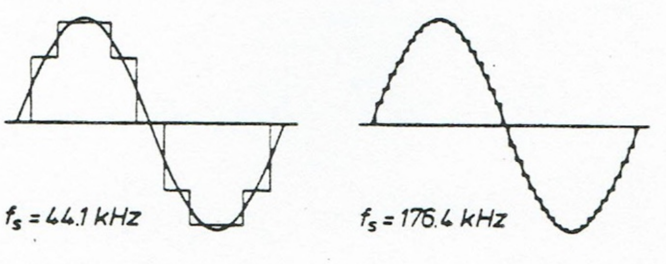


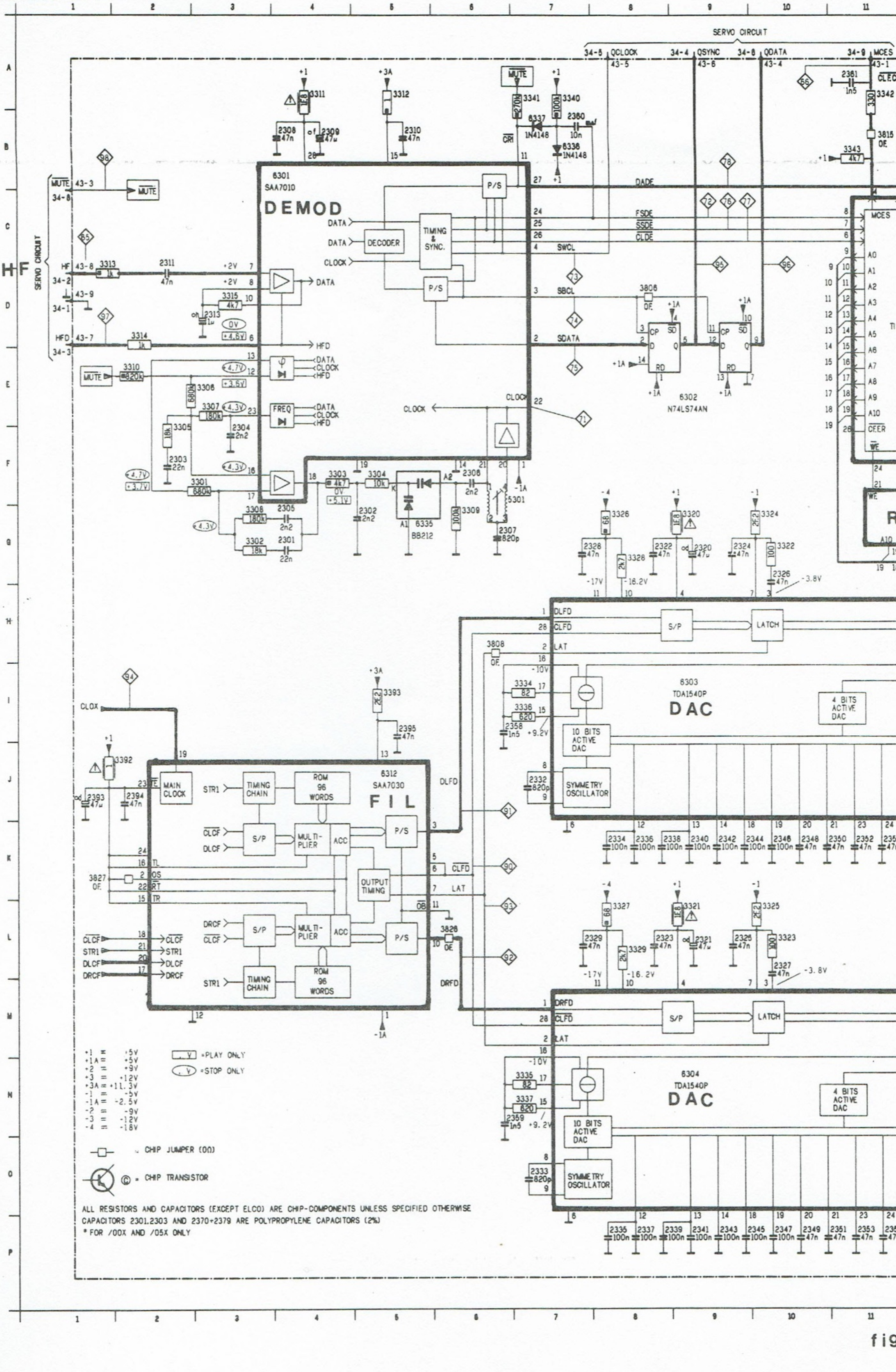
fig. 11

Deze data wordt vervolgens in twee digitaal analoog converters TDA 1540p omgezet in analoge signalen. De amplitude van deze signalen bestaat uit een "trapjescurve" met zeer kleine stapjes en het affilteren van de hoge frequenties vindt daarna met een vrij eenvoudig derde orde analoogfilter plaats. Afhankelijk van de noodzaak kan dan nog een deemphasisfilter ingeschakeld worden waarna het geluid aan de uitgang ter beschikking komt.

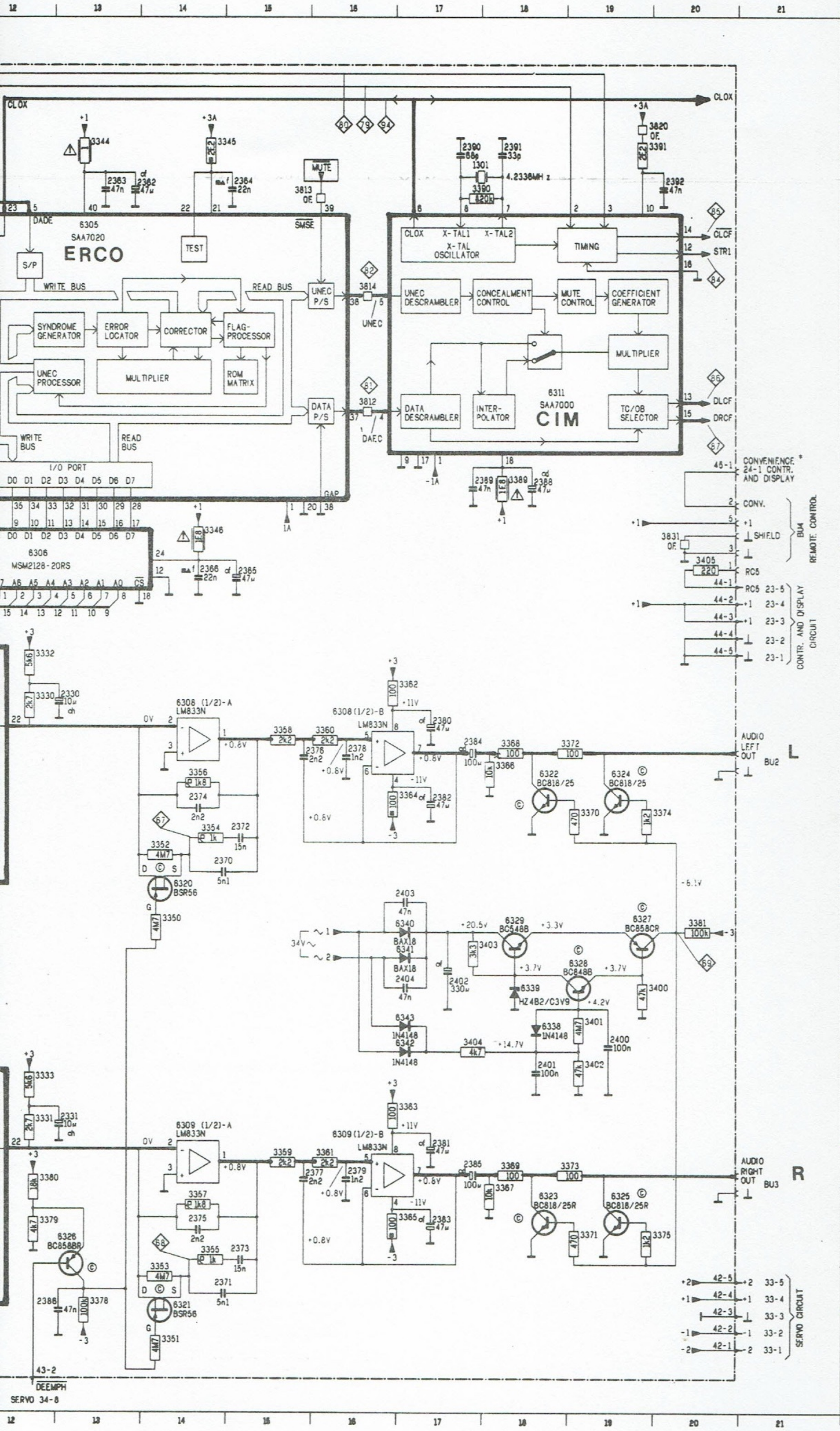
Januari 1987,
Philips Nederland
Servicevoorbereiding TSCA.

v E INE009

DECODER CIRCUIT



fig



6311	E18	3378	O13
1301	B18	3379	N12
2301	G 4	3380	N12
2302	G 5	3381	K20
2303	F 2	3389	F18
2304	F 3	3390	B17
2305	G 4	3391	B20
2306	F 6	3392	J 2
2307	G 6	3393	I 5
2308	B 4	3400	L20
2309	B 4	3401	L19
2310	B 5	3402	M19
2311	C 2	3403	K18
2313	D 3	3404	L17
2320	G 9	3405	G20
2321	L 9	3806	D 8
2322	G 8	3808	H 6
2323	L 8	3812	E16
2324	G 9	3813	B15
2325	L 9	3814	C16
2326	G10	3815	B11
2327	L10	3820	B20
2328	G 8	3826	L 6
2329	L 8	3827	K 1
2330	H13	3831	F20
2331	M13	5301	F 7
2332	J 7	6301	B 4
2333	O 7	6302	E 9
2334	K 8	6303	I 9
2335	P 8	6304	N 9
2336	K 8	6305	C13
2337	P 8	6306	G12
2338	K 9	6308	H16
2339	P 9	6308	H14
2340	K 9	6309	M16
2341	P 9	6309	M14
2342	K 9	6312	J 5
2343	P 9	6320	J14
2344	K10	6321	O14
2345	P10	6322	I18
2346	K10	6323	N18
2347	P10	6324	I19
2350	K11	6325	N19
2351	P11	6326	O13
2352	K11	6327	K19
2353	P11	6328	K19
2354	K11	6329	K18
2355	P11	6335	G 5
2356	K12	6336	B 7
2357	P12	6337	B 7
2358	I 7	6338	L18
2359	N 7	6339	L18
2360	B 7	6340	K17
2361	A11	6341	K17
2362	B14	6342	L17
2363	B13	6343	L17
2364	B15		
2365	G15		
2366	G14		
2370	J14		
2371	O14		
2372	J15		
2373	O15		
2374	I14		
2375	N14		
2376	I16		
2377	N16		
2378	I16		
2379	N16		
2380	I17		
2381	N17		
2382	I17		
2383	N17		
2384	I17		
2385	N17		
2386	O12		
2388	F18		
2389	F18		
2390	B17		
2391	B18		
2392	B20		
2393	J 1		
2394	J 2		
2395	I 5		
2400	L19		
2401	M18		
2402	L17		
2403	K17		
2404	L17		
3301	F 3		
3302	G 3		
3303	F 4		
3304	F 5		
3305	F 2		
3306	E 3		
3307	E 3		
3308	G 3		
3309	G 6		
3310	E 2		
3311	A 4		
3312	A 5		
3313	C 1		
3314	D 2		
3315	D 3		
3320	G 9		
3321	L 9		
3322	G10		
3323	L10		
3324	G10		
3325	L10		
3326	G 8		
3327	L 8		
3328	G 8		
3329	L 8		
3330	H12		
3331	M12		
3332	H12		
3333	M12		
3334	I 7		
3335	N 7		
3336	I 7		
3337	N 7		
3340	A 7		
3341	A 7		
3342	A11		
3343	B11		
3344	B13		
3345	B15		
3346	F14		
3350	K14		
3351	P14		
3352	J14		
3353	O14		
3354	J14		
3355	O14		
3356	I14		
3357	N14		
3358	I15		
3359	N15		
3360	I16		
3361	N16		
3362	H17		
3363	M17		
3364	I17		
3365	N17		
3366	I18		
3367	N18		
3368	I18		
3369	N18		
3370	J19		
3371	O19		
3372	I19		
3373	N19		
3374	J20		
3375	O20		